

NUTRICIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE PARA INDUSTRIA

Ing. Agr. Luis Gaspar

INTRODUCCIÓN

La razón de ser de cualquier explotación agropecuaria, a la cual la producción de tomate para industria no es ajena, es la de producir con rentabilidad. Esa rentabilidad viene asociada a las características propias de la actividad y al marco en el que se desarrolla. Básicamente podemos maximizarla, potenciando dos aspectos fundamentales. Por un lado, aumentando la productividad física por unidad de superficie (tn/ha) y por otro mejorando ciertas características que hacen a la calidad del producto final (sólidos solubles, color, resistencia al transporte, etc.), y en el mejor de los casos mejorando ambos aspectos.

Las dos fuentes más importantes para dar saltos significativos en estos aspectos son: la genética en primer lugar y la eficientización de las acciones que el hombre hace sobre el cultivo. Sin lugar a dudas la manipulación genética es la responsable de dar los saltos más importantes en nuestra búsqueda de mayores rendimientos y mayor calidad, pero sin menospreciar su real importancia, es muy poco lo que el productor común puede hacer en este sentido. Es por ello que la gran herramienta que este puede utilizar hoy no es otra que la maximización de la eficiencia productiva.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que cuando hablamos de tomates para industria, estamos refiriéndonos a una producción agrícola, de base netamente biológica, que debe abastecer a un proceso de base netamente industrial. Este concepto es de suma importancia ya que mientras la producción de cada tonelada de tomate es consecuencia de una serie de acciones que el productor lleva adelante en tiempo y forma en el campo, y que depende de un sin número de factores, algunos manejables y otros no, la producción industrial se caracteriza porque cada etapa de este proceso está claramente definido. Se sabe cual es el rendimiento físico de una moledora de tomates o de una enlatadora; o se sabe exactamente la presión de trabajo y el rendimiento en vapor de una caldera. Esta característica de la etapa industrial, obliga más que nunca al productor a ser sumamente eficiente en la producción de la materia prima para poder abastecerla.

Pero como mencionáramos más arriba, la producción agrícola está signada por una serie de factores entre los cuales, el manejo de la nutrición del cultivo sea probablemente el que más nos ayude en esta búsqueda de mayores rendimientos y/o mayor calidad. La mejor manera de realizar una nutrición, que cumpla con los objetivos buscados, es conociendo lo mejor posible como se desarrolla el cultivo del tomate y como se comporta la planta a lo largo de ese desarrollo. Entender dicho comportamiento y poder establecer un “diálogo” con la planta es una forma muy eficaz de comenzar.

El objetivo de esta disertación es precisamente sentar las bases para poder comprender el comportamiento de la planta de tomate y poder así trabajar en la nutrición del cultivo.

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE PARA INDUSTRIA

Definimos como componente de rendimiento a aquel o aquellos parámetros que, al variar, producen una variación directamente proporcional en el rendimiento final. Estos son:

- Número de plantas por hectárea.
- Número de hojas por planta (materia seca).
- Número de racimos por planta.
- Número de flores por racimo.
- Número de frutos cuajados por racimo.
- Duración del ciclo productivo.

Cualquiera de estos componentes pueden ser modificados por distintos factores, pero está claro que mientras mayor cantidad de los mismos sean potenciados, dentro de ciertos límites, mayor será el rendimiento final obtenido. De todas formas los más sensibles, es decir los que más inciden sobre el rendimiento final y que al

mismo tiempo son los que pueden mejorarse con un adecuado manejo nutricional son la materia seca de hojas, el número de flores por racimo y el número de frutos cuajados.

ALGUNOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Comprender algunos de los aspectos fisiológicos más importantes que se desarrollan dentro de una planta nos permitirá accionar con mayor precisión a la hora del manejo eficiente de la nutrición del cultivo. Con el objetivo de sintetizar estos aspectos, nos centraremos en dos que son de fundamental importancia a la hora de definir los rendimientos del cultivo: El Balance Hormonal Interno y la Acumulación y Partición de asimilados.

A. BALANCE HORMONAL

Intentaremos resumir este concepto en algunas ideas centrales. Simplemente diremos que:

“La expresión de todo proceso fisiológico en una planta no es más que la respuesta de la misma a un determinado balance o desbalance hormonal interno.”

Desglosemos esta idea:

- Expresión: mayor o menor que, etc.
- Proceso fisiológico: crecimiento aéreo y radicular, desarrollo, floración, fructificación, madurez, etc.
- Balance hormonal: equilibrio o desequilibrio que se produce entre las principales hormonas.
- Interno: que se produce dentro de la planta; de origen endógeno.

Aplicándolo al cultivo, podemos decir que:

“el mayor o menor crecimiento; el mayor o menor desarrollo; la mayor o menor floración; la mayor o menor fructificación, etc. de la planta de tomate, depende de las cantidades relativas de hormonas sintetizadas que hay al momento de desencadenarse dicho proceso.”

Sin profundizar este punto, definiremos a hormona como el compuesto orgánico que, sintetizado en un sector de la planta, es trasladado y ejerce su acción principal en otro sector de la misma. Así, las hormonas sintetizadas en las raíces son trasladadas y ejercen su acción principal en la parte aérea y viceversa, las hormonas sintetizadas en la parte aérea, son trasladadas, ejerciendo su acción principal en las raíces.

Las principales hormonas son:

- AIA: Ácido Indol Acético.
- CIT: Citicininas (Zeatina).
- AG₃: Giberelinas (Ácido Giberélico)
- ABA: Ácido Abscísico
- ETH: Etileno.

Uno de los aspectos más importantes de algunas de ellas (AIA, CIT), es que, para que se produzcan, debe haber tejidos en activo crecimiento. Estos tejidos son los meristemas apicales, tanto de la parte aérea, como los de las raíces.

El AIA se sintetiza principalmente en los meristemas en crecimiento de los brotes aéreos, y, por lo expresado, se trasladan dentro de la planta, ejerciendo su acción principal en las raíces. En resumen, la planta dispondrá de un buen aparato radical, sólo si dispone de un crecimiento aéreo sin restricciones. Cualquier factor que lo afecte (problemas sanitarios, granizo, deficiencias nutricionales, etc.), directamente afectará el crecimiento radicular. De la misma forma, en las raíces en activo crecimiento se sintetizan las CIT, que, una vez trasladadas, ejercen su acción principal en la parte aérea, especialmente en lo que se refiere a la floración. Así como al AIA se lo conoce como la hormona del crecimiento, a las CIT las podríamos denominar como las hormonas de la producción.

En la medida que la planta disponga de mejores condiciones para su crecimiento vegetativo (disponibilidad de agua, luz, temperatura y nutrientes), habrá un mayor crecimiento de raíces que se traducirá en una mayor y mejor floración y por lo tanto fructificación.

Este esquema descrito, es un círculo virtuoso que se retroalimenta permanentemente.

Esta relación o balance o equilibrio que se establece entre crecimiento aéreo y radicular no es otro que el que se establece entre el AIA y las CIT. Esta relación favorecerá el crecimiento vegetativo cuando se encuentre desplazada hacia la síntesis del AIA y hacia a la floración cuando esté desplazada hacia las CIT. Como es de esperar, esta relación va cambiando desde el trasplante hasta floración de acuerdo al siguiente esquema:

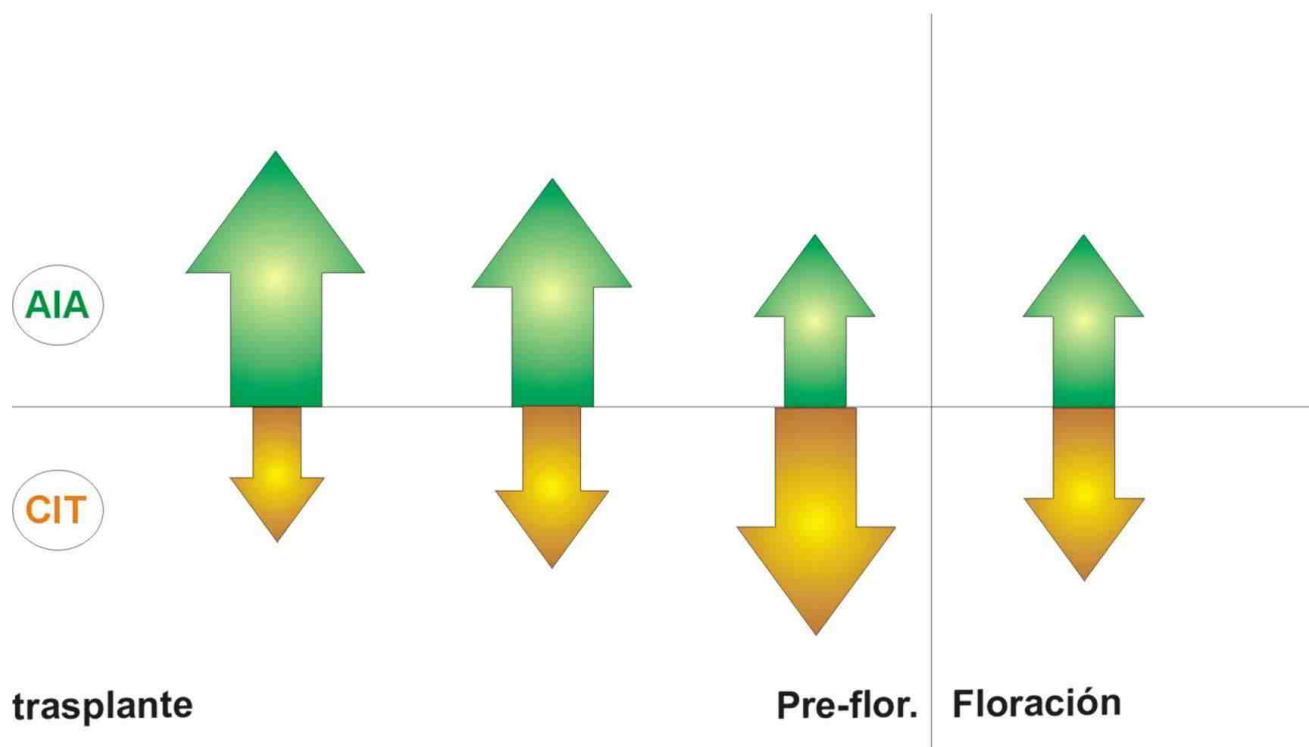


Figura 1: Evolución de la relación AIA/CIT desde el trasplante a floración de una planta de tomate.

Una vez alcanzada la floración, la relación tiende a mantenerse equilibrada puesto que una pequeña cantidad de AIA deberá ser sintetizada para el mantenimiento de las estructuras vegetativas hasta la senescencia. De la misma manera, luego de la floración principal una cantidad menor será necesaria para seguir estimulando la o las floraciones sucesivas si fuera necesario.

Otra relación entre hormonas importante es la que se establece entre el AIA y el ABA. Esta relación es la que regula la descarga de asimilados al floema para poder ser transportados a los frutos durante su crecimiento y llenado. Además direcciona el flujo de asimilados una vez descargados al floema.

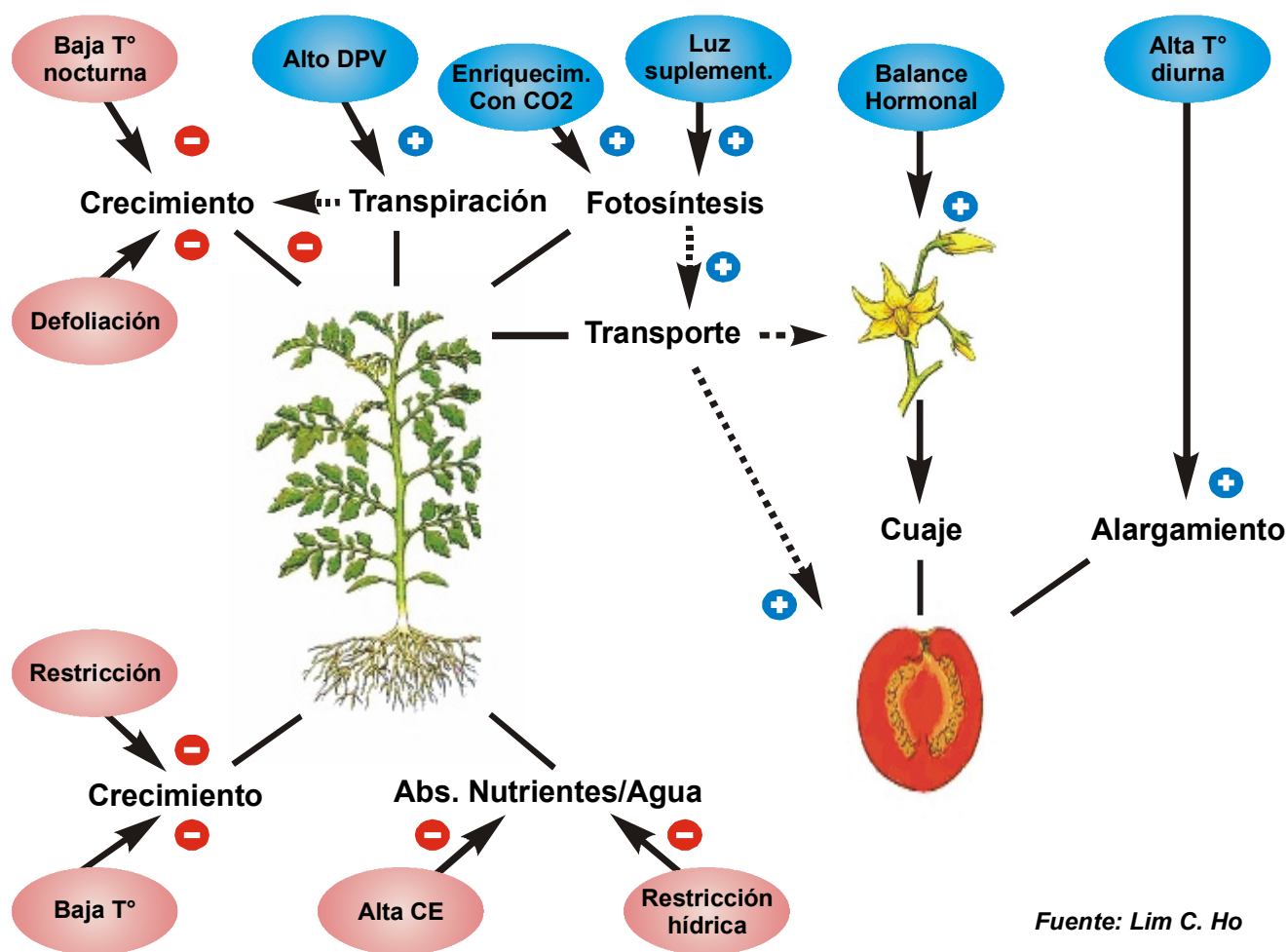
Durante el crecimiento y llenado de los frutos, el aporte de asimilados acumulados durante la fase vegetativa, provenientes de los órganos de reserva de la planta, que no son otros que las hojas, es la fuente principal de abastecimiento de los mismos. La planta de tomate sigue el siguiente orden de prioridad a la hora de decidir hacia donde dirigir los asimilados:

Raíces > Hojas Jóvenes > Flores durante plena floración > Hojas jóvenes > Flores en una floración secundaria

En la medida que las condiciones estimulen la síntesis de AIA durante la etapa de floración y fructificación, se verá afectada la descarga de azúcares al floema. Si la misma ocurriera, el destino principal no serían las flores ni frutos jóvenes, sino los órganos en formación. Es decir se establece una relación de competencia entre esos

órganos nuevos en formación y las flores y frutos. Esta situación se da en aquellas variedades e híbridos de comportamiento indeterminado, en donde conviven el crecimiento de hojas nuevas con la floración y fructificación. Este tipo de variedades e híbridos son más exigentes, nutricionalmente hablando que las determinadas.

Mientras el cultivo no sufra estrés de ninguna naturaleza, ya sea hídrico, sanitario, térmico, nutricional, etc. (ver figura 2), el ciclo del mismo se completará normalmente. Esta “muerte” se desencadena internamente en función también un balance entre hormonas, en donde el ETILENO es el que juega un rol importante. Si por alguna razón se produjera un estrés de algún tipo, la síntesis de etileno se acelera, provocando por tanto la muerte anticipada del cultivo, es decir se acorta la etapa de llenado y esto trae como consecuencia directa la disminución de los rendimientos.



CE: Conductividad Eléctrica
DPV: Déficit de Presión de Vapor

Figura 2: Factores culturales y ambientales que reducen (-) o potencian (+) el crecimiento reproductivo.

En resumen, en cuanto al balance hormonal, podríamos sintetizar en primer lugar que la regulación del crecimiento vegetativo versus el radicular está asociada a la relación AIA/CIT; en segundo lugar, la relación AIA/ABA es la encargada de regular la el llenado de los frutos y finalmente el ETILENO es el encargado de comandar la muerte de la planta, por lo que cualquier situación de estrés que sufra el cultivo afectará al rendimiento final (ver figura 3).

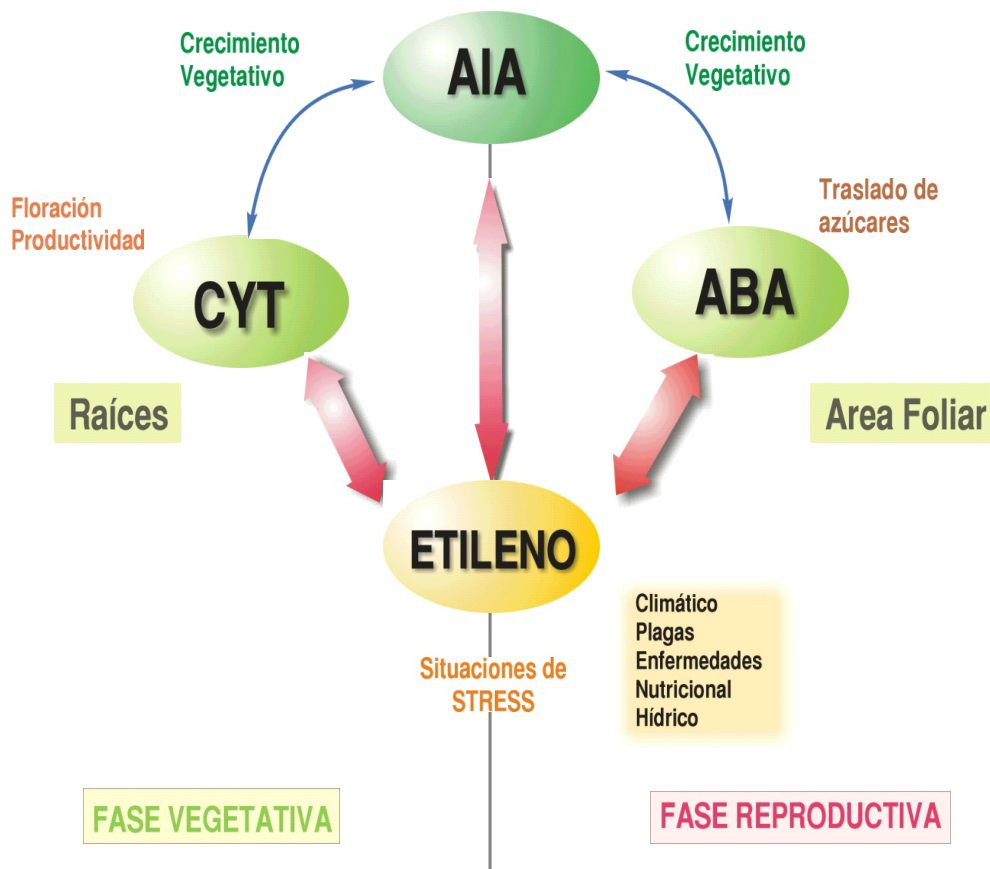


Figura 3: Esquema de interrelaciones entre las distintas hormonas a lo largo del ciclo de la planta.

Qué utilidad se desprende del manejo de estos conceptos?

Una de las formas de interferir y regular esos balances hormonales es a través de la nutrición vegetal, ya que los nutrientes, disponibles para el cultivo en un equilibrio acorde, son los que promoverán la síntesis de estas hormonas. En las figuras 4 y 5 puede apreciarse la relación directa que existe entre las distintas hormonas que sintetiza una planta y los nutrientes que inciden directamente en dicha síntesis:

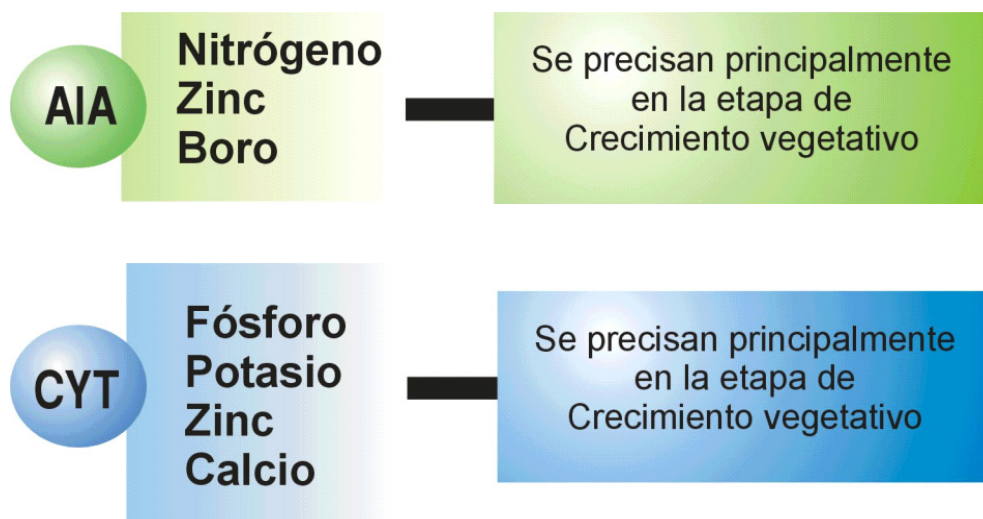


Figura 4: Nutrientes que inciden directamente en la síntesis de las hormonas AIA y CIT.

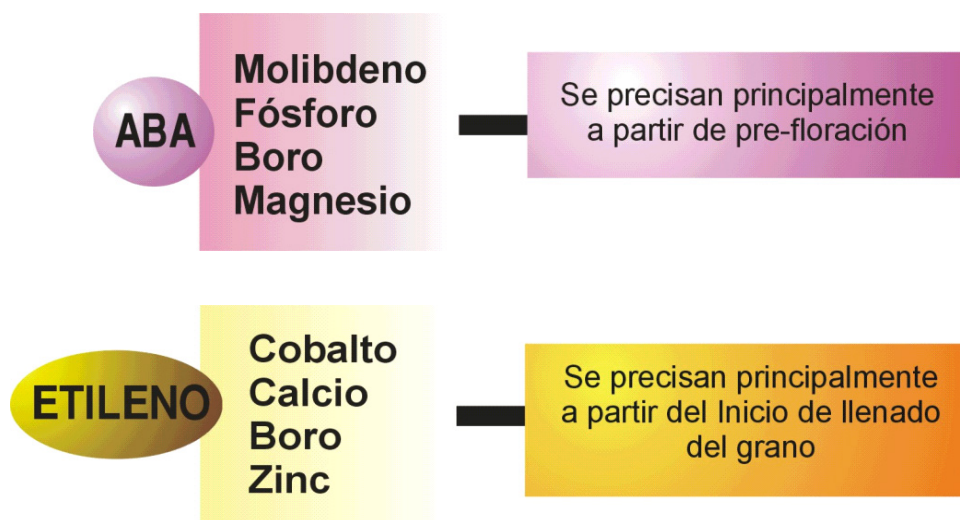


Figura 5: Nutrientes que inciden directamente en la síntesis de las hormonas ABA y ETILENO.

B. ACUMULACIÓN DE ASIMILADOS

La acumulación de asimilados es esencial a cuenta que el llenado de los frutos durante la etapa reproductiva, en una planta de tomate, se produce a expensas de la acumulación de materia seca en la etapa previa a la floración y durante la las tres semanas posteriores a antesis.

La acumulación de materia seca después del trasplante es de aproximadamente el 5% durante los primeros 30 días; 12 a 15% en los primeros 50 días; 30% por los 60 días; 55 a 60% por los 75 días; 85 a 90% por los 90 días y 95% por los 105 días. De esto se desprende que aproximadamente el 60% de la materia seca se acumula entre los 55 y 85 días post-trasplante (ver figura 6).

Está claro entonces que, en la medida que logremos que el cultivo tenga el máximo crecimiento vegetativo posible, mayor será la misma. Además esa estructura vegetativa debe ser altamente eficiente para la fotosíntesis, por lo que también es fundamental potenciar al máximo este aspecto.

Desde el punto de vista nutricional, y contemplando los aspectos hormonales comentados en el punto anterior, el crecimiento vegetativo depende fundamentalmente de la disponibilidad de **Nitrógeno** y **Zinc** y en menor medida el **Calcio** y el **Boro**, como motores directos del crecimiento y el **Fósforo** como fuente de energía. Por otra parte, la fotosíntesis es micronutriente dependiente. Los nutrientes directamente involucrados en este proceso son: el **Magnesio** y el **Hierro**, por ser constituyentes de la clorofila, el **Manganeso**, el **Zinc** y el **Cobre**, como catalizadores de todo el proceso y el **Fósforo** como fuente de energía.

Más adelante veremos con más detalle la estrategia a seguir para el manejo de estos nutrientes.

C. PARTICIÓN DE ASIMILADOS

Recordemos el orden de prioridad de a la hora de repartir los asimilados:

Raíces > Hojas Jóvenes > Flores durante plena floración > Hojas jóvenes > Flores en una floración secundaria

La prioridad en la partición de asimilados está regulada por factores intrínsecos, pero la fuerza de atracción para los mismos de un determinado destino depende de las condiciones de cultivo.

La partición de asimilados puede verse afectada seriamente por un desbalance nutricional, fundamentalmente por promover un desarrollo de órganos destino no deseados, por ejemplo la formación de hojas en detrimento de la formación de flores (recordar el balance AIA/CIT). Pero aún cuando el desarrollo de órganos destino sea el apropiado, debe asegurarse también un adecuado transporte de los asimilados hacia los mismos. Los cultivares

determinados la demanda en **Potasio** es mucho mayor que la capacidad de la planta para proveerlo, aún estando disponible en los suelos.

El manejo adecuado de la nutrición trae como consecuencia un adecuado desarrollo floral y posterior cuaje, provocando que la partición de asimilados sea hacia órganos reproductivos en detrimento de los vegetativos.

Para entender mejor este proceso debemos comprender algunos aspectos del crecimiento del fruto.

La duración del período de fructificación, esto es desde el cuaje hasta la maduración total es, dependiendo de cada cultivar, de aproximadamente 90 días.

Las dos primeras semanas posteriores al cuaje se caracterizan por una activa división celular, seguidas de un período de alargamiento celular por acumulación de agua y nutrientes, mientras que las últimas dos por una intensa actividad metabólica (figura 7). El crecimiento del fruto dependerá de la acumulación de asimilados y de la competencia con otros frutos. La máxima acumulación de materia seca en fruto se produce durante las tres semanas posteriores a la antesis, cosa que es razonable debido a que es un período de activa multiplicación celular. La acumulación de materia seca durante este período es crucial para el peso final del fruto.

La tasa de crecimiento diario se ve potenciada por el aumento de temperatura, pero reducida en presencia de estrés hídrico, sin embargo este estrés hídrico, si bien puede afectar seriamente el crecimiento y tamaño final del fruto, no afecta la acumulación de azúcares por parte del mismo. Esta situación lleva a una concentración de los sólidos solubles.

Durante el período vegetativo la parte inferior de la planta particiona los azúcares hacia las raíces, mientras que la mitad superior particiona hacia las hojas nuevas. De la misma forma, los frutos de uno de los lados del racimo son abastecidos por las hojas del mismo lado.

EVOLUCIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA EN LA PLANTA DE TOMATE

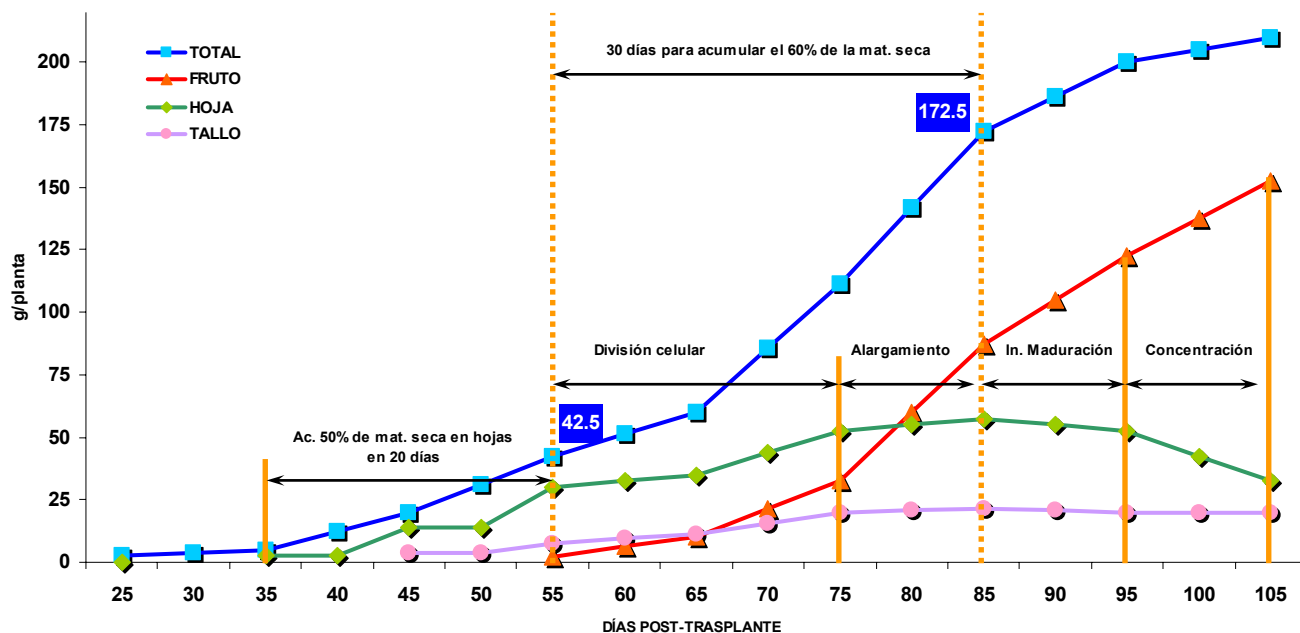


Figura 6: Evolución de la acumulación de materia seca total y por órgano de una planta de tomate.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CULTIVO DE TOMATE

Para producir una tonelada de frutos, la planta de tomate necesita absorber en promedio, 2,5 a 3 kg de Nitrógeno, 0,200 a 0,300 kg de Fósforo, 3 a 3,5 kg de Potasio, 4.2 kg de Calcio y 0,800 kg de Magnesio.

ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN

En este punto intentaremos resumir en una serie de consideraciones los aspectos fisiológicos tratados en los puntos anteriores.

La absorción de nutrientes es constante durante el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate. Si la disponibilidad de nutrientes en el suelo es la adecuada, las necesidades de la planta podrán ser cubiertas por la absorción que las raíces hagan del suelo; sin embargo si la disponibilidad estuviera limitada por algún factor, los requerimientos nutricionales para el desarrollo de los frutos será función de la traslocación desde los tejidos vegetativos en combinación con la absorción radicular. En este sentido el más perjudicado es el **Calcio**, que no puede ser trasladado desde otros órganos debido a su inmovilidad dentro de la planta, presentándose la deficiencia de este nutriente en los frutos, que se manifiesta con la aparición de la enfermedad denominada podredumbre apical.

La fertilización a practicar dependerá de una serie de factores como ser rendimiento final deseado y los aportes del suelo determinados por análisis. Una vez definidas las necesidades del cultivo se determina el esquema de fertilización en dónde la combinación de las fuentes químicas y las enmiendas orgánicas (guano de gallina) es la mejor alternativa.

MACRONUTRIENTES

NITRÓGENO

En cuanto al **Nitrógeno**, este nutriente no es dependiente del pH como lo es el **Fósforo**. En función de los requerimientos del cultivo, para 60 tn/ha se requerirán aproximadamente 150 a 180 unidades de Nitrógeno por hectárea. Considerando que la eficiencia de aprovechamiento de este nutriente está condicionada al lavado que se produzca con los distintos riegos, se estima que por cada 100 unidades de Nitrógeno que se aplican, se aprovechan 50, por lo que si el fertilizante nitrogenado a usar es la UREA (46%), de cada 100 kg aplicados el cultivo toma aproximadamente 23 unidades, suficientes para producir aprox. 10 tn/ha (600 kg para 60 tn/ha). El guano de gallina aporta aprox. 2,5% de N, por lo que por cada tn de guano podrían producirse 5 tn/ha de tomates (12 tn/ha para 60 tn/ha). La combinación de la fertilización mineral con la orgánica es la mejor alternativa (analizar costos).

Un punto a considerar es el tipo de fertilizante mineral que se vaya a usar, es decir nítrico o amoniacal. Ambos tienen ventajas y desventajas. Los nítricos son de más rápido aprovechamiento, pero al mismo tiempo son los que, si no son manejados con cuidado, pueden producir desbalances por excesiva acumulación de nitratos en hojas al momento de la floración, lo que trae aparejado un retraso de la floración, inclusive provocando caída de flores. Los amoniacales (UREA, Sulfato de Amonio), tienen la ventaja de acentuar la acumulación de sólidos solubles y la de acidificar la rizósfera permitiendo poner en disponibilidad otros nutrientes, sin embargo, son una fuerte competencia principalmente para el calcio, impidiéndole así a la planta tomarlo potenciando las posibilidades de aparición de podredumbre apical. Como siempre, la mejor alternativa es la combinación de ambos.

FÓSFORO

Un aspecto a tener en cuenta es que los suelos de Mendoza en dónde se realiza habitualmente el cultivo son alcalinos, con pH cercanos a 8. Esto es muy importante a la hora de definir la fertilización fosfórica, ya que la eficiencia de aprovechamiento de este nutriente es muy baja en estas condiciones (en el mejor de los casos 10 a 12%) debido a la fijación que se produce por causa del **Calcio** en suelo. Esto quiere decir que de cada 100 kg de por ejemplo 18-46-0 (46% de P_2O_5), solamente son aprovechados 2,5 a 3 kg de **Fósforo** o 5,7 a 6,9 kg de P_2O_5 , equivalentes para producir 8 tn/ha. Con este criterio, para 60 tn/ha de rendimiento se necesitarían 600 kg de 18-46-0. Una forma de evitar estas grandes cantidades es con la aplicación del guano de gallina. Considerando que un guano de gallina puede tener concentraciones de aproximadamente 2% de P dependiendo el origen, una tonelada aportaría 20 kg de **Fósforo** o 45,8 de P_2O_5 suficientes para producir a la eficiencia de aprovechamiento mencionada, 8 tn/ha aproximadamente, esto implica que para 60 tn/ha, se necesitarían aproximadamente 7,5 tn de guano de gallina. En resumen, por cada tonelada de guano se producen aproximadamente 8 tn/ha de tomates, lo mismo que por cada 100 kg de 18-46-0.

Debe contemplarse la posibilidad de realizar aplicaciones foliares de este nutriente en momentos críticos del cultivo, independientemente de la fertilización fosfórica que se haya hecho, ya que en esos momentos la actividad de la planta, y por ende su demanda, es mayor que la posibilidad de tomarlo desde el suelo, especialmente con la característica de los mismos ya mencionada. Estas aplicaciones son importantes inmediatamente después del trasplante, en pre-floración y en post-cuaje.

POTASIO

Normalmente los suelos de Mendoza son ricos en este nutriente, sin embargo en los cultivares determinados, la demanda por este nutriente suele ser mayor que la capacidad de la planta para suministrarlo en los momentos críticos (llenado de frutos, traslados de azúcares), es por eso que una práctica que se aconseja es la aplicación foliar de este nutriente a partir del cuaje.

CALCIO

Este nutriente es de suma importancia para cultivos como el tomate. Se lo llama el nutriente de la calidad, ya que en la medida que los tejidos no dispongan de las cantidades necesarias, los aspectos relacionados con la post-cosecha se verán fuertemente afectados. Como mencionáramos en el párrafo referido al Nitrógeno, la interrelación que existe con este, tanto en suelo como en planta es fundamental. El fruto es el órgano que más necesita del mismo, y durante la primera mitad de la etapa de crecimiento del mismo, la planta no está en condiciones de proveerlo en la medida de las necesidades. En la segunda mitad de la etapa de crecimiento del fruto, la carencia de este nutriente puede provocar enfermedades tales como podredumbres, principalmente por el ablandamiento de las paredes que se produce por efecto de los procesos de senescencia (en dónde el ETILENO juega un rol fundamental, como ya viéramos). Por este motivo es que se recomienda la aplicación de este nutriente, especialmente a partir del cuaje, en forma sucesiva y periódica y con la precaución de mojar bien los frutos, ya que al ser inmóvil no se traslada dentro de la planta.

MAGNESIO

Este nutriente, junto con el Calcio y el Potasio, normalmente se encuentra en cantidades importantes en los suelos, sin embargo, bajo determinadas condiciones, puede aparecer deficiencia del mismo, especialmente en la etapa final del cultivo. Esto es muy importante porque este nutriente es esencial para la fotosíntesis. Para definir la aplicación de este nutriente, debe contemplarse no sólo las interacciones en suelo, sino también el estado de la planta vía análisis foliar.

AZUFRE

Nutriente muy importante a la hora de lograr un máximo aprovechamiento del Nitrógeno. Es esencial para alcanzar un buen equilibrio y un máximo transporte de azúcares durante el período de llenado. Las fertilizaciones con sulfato de amonio cubren las necesidades de este nutriente.

MICRONUTRIENTES

Los micronutrientes son fundamentales en los cultivos en los que la calidad es una prioridad, como lo son los cultivos hortícolas, sin embargo algunos de los procesos fisiológicos generales son altamente demandantes en estos nutrientes. Estos cobran especial importancia en las condiciones de producción de suelos alcalinos debido a la fijación que se produce de los mismos en suelo, especialmente al Calcio.

HIERRO

Es fundamental para la fotosíntesis. Como vimos, la partición de carbohidratos dentro de la planta es una de los motores del rendimiento final, pero antes hay que acumular esos hidratos de carbono en los órganos de reserva que son las hojas, y ahí es donde la fotosíntesis juega su rol. Es tan importante tanto durante la etapa vegetativa como reproductiva. La mejor forma de aportarlo es foliar en dos o tres aplicaciones.

MANGANESO

Junto con el Hierro y el Magnesio, fundamental para la fotosíntesis. En ausencia de Manganeseo, la fotosíntesis no se desencadena porque no se activa la bomba de electrones necesaria para el proceso. El Manganeseo, por sus características químicas es la llave del proceso. Normalmente en suelos con pH mayores a 7 las deficiencias se manifiestan; muchas veces con la aparición de la sintomatología en hoja y otras tantas sin manifestación visible, pero con el síndrome del hambre oculta ya instalado en la planta. Nuevamente, la aplicación foliar en no menos de 2 a 3 veces durante el ciclo comenzado en post-trasplante es la mejor forma de suministrarlo.

ZINC

Este nutriente es entre los micros, como el Nitrógeno entre los macros. Es esencial para el crecimiento ya que es promotor de la síntesis del AIA (ver balance hormonal), y es probablemente el nutriente que más se manifiesta visualmente. Los momentos críticos para este nutriente son el post-trasplante y el post-cuaje y su carencia tendrá como consecuencia un menor crecimiento vegetativo (menor materia seca) y un menor número de células en los

frutos, por lo tanto más pequeños y con menor capacidad de expansión durante el alargamiento. Los criterios de aplicación son los mismos que para los otros micronutrientes.

COBRE

Sus funciones principales están en potenciar el aprovechamiento del nitrógeno, así como en la fotosíntesis. Normalmente se aporta con los tratamientos fitosanitarios fungicidas y bactericidas.

BORO

Es un potenciador del cuaje por excelencia, y junto con el Calcio, son fundamentales tanto para el crecimiento radicular como para mantener la integridad de los tejidos. Es un nutriente que puede ser aportado por el agua de riego. Los tenores en agua de riego para cubrir las necesidades no deben superar 1 ppm, ya que en caso de hacerlo se tornaría fitotóxico. A pesar de esto, y por la importancia que tiene en el cuaje, se aconseja realizar al menos una aplicación en pre-floración.